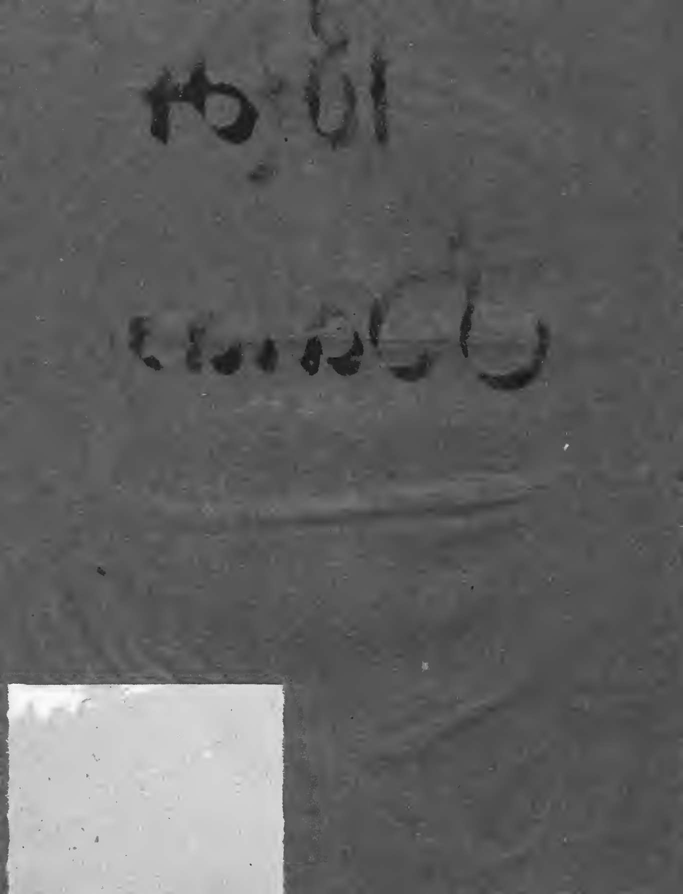
1874

Barascud



ECOLE SUPERIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

DE

L'ALIMENTATION

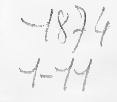
THÈSE

POUR OBTENIR LE

DIPLOME DE PHARMACIEN

Présentée et soutenue à l'École supérieure de pharmacie de Paris

Le 20 juin 1874



PAR

HIPPOLYTE BARASCUD

Né à Pailhas (Aveyron)





PARIS

F. PICHON, LIBRAIRE-EDITEUR

14, RUE CUJAS, 14

1874

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS

MM. Chatin, Directeur.
Bussy, Directeur honoraire.

ADMINISTRATEURS

MM. Chatin, Directeur.
Berthelot, Professeur titulaire.
Planchon, Professeur titulaire.

PROFESSEURS

MM. Chatin	Botanique.
Berthelot	Chimie organique.
Milne-Edwards	Zoologie.
Buignet	Physique.
Chevallier	Pharmacie galénique.
Planchon	Histoire naturelle des médicaments.
Bouis	Toxicologie.
Baudrimont	Pharmacie chimique.
Riche	Chimie inorganique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MM. Bouchardat.
Gavarret.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. Caventou.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. L. Soubeiran.
Bourgoin.
Jungfleisch.

MM. Le Roux.
Marchand.

M. CHAPELLE, *Secrétaire.*

NOTA. *L'Ecole ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

A LA MEMOIRE DE MA MERE ET DE MA SŒUR

A MON PÈRE

A MES FRERES ET SŒURS

A MON BEAU-FRÈRE

A TOUS MES PARENTS

A MON AMI HENRI CLAUSEL DE COUSSERGUES

A TOUS MES AMIS

A M. SCHAEUFFELE

Pharmacien, docteur ès sciences.

Agrégé de l'Université

Chevalier de la Légion d'honneur

A M. CH. FAGUER

Pharmacien à Paris.

A MM. LES PROFESSEURS

De l'École supérieure de pharmacie de Paris.

A M. E. BAUDRIMONT

Pharmacien en chef de l'hôpital Sainte-Eugénie,
Professeur de pharmacie chimique, à l'École de Paris.

PREPARATIONS

PHARMACEUTIQUES

SIROP DE CHICORÉE COMPOSÉ

Rhubarbe de Chine	100
Racine sèche de chicorée	100
Feuilles sèches de chicorée	150
— de fumeterre	50
— de scolopendre	50
Baies d'alkekenge	25
Cannelle de Ceylan	10
Santal citrin	10
Sucre blanc	1500
Eau	Q. S.

TABLETTES D'IPECACUANHA

Ipécacuanha pulvérisé	10
Sucre blanc	490
Gomme adragante	10
Eau de fleur d'oranger	34

EXTRAIT MOU DE QUINQUINA

Quinquina gris Huanuco	1000
Eau	12000

TEINTURE ÉTHÉRÉE DE DIGITALE

Poudre de feuilles de digitale	100
Ether alcoolisé à 0,76	500

EMPLATRE DIACHYLON GOMMÉ

Emplâtre simple	900
Cire jaune	150
Poix blanche purifiée	60
Térébenthine	90
Résine élemi purifiée	60
Huile d'olives	30
Gomme ammoniaque purifiée	18
Golbanum purifié	18
Sagapennum	18

CHIMIQUES

ÉMÉTIQUE

Oxyde d'antimoine (v. hum.)	375
Bitartrate de potasse	500

QUINTISULFURE DE SODIUM

Monosulfure de sodium cristallisé	240
Fleur de soufre	128
Eau distillée	200

BISULFURE D'ÉTAIN (or mussif)

Etain en baguettes	240
Mercure	120
Soufre sublimé	140
Sel ammoniac	120

SULFATE DE CADMIUM

Cadmium en poud. grossière	100
Acide nitrique pur	300
Carbonate de soude cristallisé	500
Acide sulfurique pur	200
Eau	100

ACIDE ACÉTIQUE CRISTALLISABLE

Acétate de soude cristallisé	625
Acide sulfurique à 1,84	250

INTRODUCTION



Grâce aux résultats obtenus par la science, les diverses substances qui servent à *l'alimentation* sont parfaitement connues. Les ouvrages classiques nous fournissent à ce sujet de nombreux documents, d'importants travaux ont été publiés sur ces diverses substances, d'illustres savants y ont jeté un grand jour.

Un tel sujet pour être traité d'une manière complète, et pour recevoir toute l'étendue qu'il comporte, demanderait du talent, et beaucoup plus de temps que nous n'avons pu en disposer.

Laissant ce soin à d'autres plus heureux, et plus capables, nous avons adopté une tâche plus modeste. Nous nous sommes borné dans notre travail à exposer brièvement quelle est la nature des diverses substances alimentaires, leur origine, leur rôle et leurs métamorphoses diverses.

En le soumettant aujourd'hui à l'approbation de nos juges, nous n'avons qu'un seul désir, celui de faire connaître les recherches auxquelles nous nous sommes livré, et de donner à nos maîtres un témoignage public de reconnaissance, pour leurs savantes leçons.

DE L'ALIMENTATION

Rien ne se perd, rien ne se crée.
(LAVOISIER.)

I

Les substances nécessaires à l'accroissement et à l'entretien de la vie des animaux, portent le nom d'*aliments*. Ces substances contribuent au développement et à la réparation des tissus composant les organes des êtres vivants. On les nomme *sanguifiables*, parce qu'elles sont susceptibles de se convertir en sang, et qu'elles contiennent pour cela, les éléments qui entrent dans le sang.

Les aliments sont de deux sortes, les uns sont *azotés*, les autres *non azotés*. Les premiers ont été nommés *aliments plastiques* parce qu'ils sont assimilables, ou propres à la naissance et à la réparation des organes. Ils consistent dans la *fibrine*, l'*albumine* et la *caséine* animales contenues dans la chair, le sang, les œufs, le lait, le fromage ; et dans l'*albumine*, la *fibrine* et la *caséine* végétales qui se trouvent dans les graines des céréales, des légumineuses, etc.

Les seconds ont été nommés *aliments respiratoires*, ils consistent dans la graisse, l'amidon, la gomme, le sucre, etc.

Ce sont eux qui servent à entretenir l'acte respiratoire et la chaleur animale qui en résulte.

L'une et l'autre des deux sortes d'aliments concourent à l'entretien régulier de la vie.

Les aliments plastiques doivent prédominer dans l'alimentation. L'usage exclusif d'aliments respiratoires provoquerait la débilité et amènerait enfin la mort. Ces aliments en effet ne contenant aucune matière assimilable, ne sauraient accroître ou réparer les organes essentiels.

Aussi a-t-on constaté qu'un chien meurt de faim, quand il ne mange que du sucre, de la fécule, de la graisse.

Des expériences très-curieuses dues à M. Milne Edwards ont fait voir aussi que pour la plupart des animaux du moins, le concours d'un certain nombre d'aliments différents était indispensable pour subvenir aux besoins de la vie. Ainsi des lapins nourris avec un seul aliment, tels que du froment, des choux, de l'avoine, des carottes, meurent dans l'espace d'environ quinze jours, avec toute l'apparence de l'inanition. Tandis que, nourris avec ces mêmes substances données concurremment ou successivement à de petits intervalles, ces animaux vivent et se portent bien.

Nous ne nous proposons pas de nous livrer ici à l'étude des phénomènes physiologiques de la *nutrition*, ce travail incessant de composition et de décomposition opéré au sein des organes de l'animal; et nous ne nous arrêterons pas à en décrire les diverses fonctions. Notre but est d'exposer des faits qui établissent l'identité chimique de l'aliment plastique et les rapports qui existent entre les deux sortes d'aliments.

Si l'on abandonne à lui-même du sang extrait des vaisseaux d'un animal vivant, il se sépare en deux parties. L'une est liquide, c'est le *serum*, de couleur jaunâtre et transparente; où l'analyse a fait reconnaître l'albumine et plusieurs sels à base de soude, de potasse, de chaux, de magnésie, à l'état de chlorures, de carbonate, de phosphate, de lactate. Des matières grasses, phosphorées, de la cholestérine; des acides oléique et margarique; de l'acide carbonique à l'état libre, ainsi que de l'oxygène et de l'azote;

Lesquels gaz ont été dosés dans le sang de la manière suivante par M. Magnus(1).

	Sang veineux	Sang artériel
Acide carbonique.	71,6	62,3
Oxygène.	15,3	23,2
Azote.	13,1	14,5
	100,0	100,0

La deuxième partie est solide, c'est le caillot constitué par une trame de fibrine coagulée, et de substances albumineuses; et contenant dans une espèce de réseau les globules sanguins, qui sont circulaires, aplatis en forme de disque, et renflés sur leurs bords, chez l'homme et la plupart des mammifères; elliptiques et renflés au milieu chez les oiseaux, les reptiles et les poissons. D'après M. Robin, le diamètre des globules sanguins de l'homme serait de $0^{mm},007$.

M. Milne Edwards a établi qu'aucun rapport absolu n'existe entre la taille des animaux et la grandeur

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2e série, T. 45, p. 169.

de leurs globules, et qu'ils sont d'autant plus petits que l'organisation est plus perfectionnée et que la respiration est plus active.

Les globules renferment la matière colorante du sang appelée *hématosine*, associée à du fer et à du manganèse, d'après M. Hamon, professeur à l'Université de Bruxelles.

La moitié des principes incombustibles, ou des cendres du sang, se compose de sel marin et d'oxyde de fer.

M. Pélouze a dosé ce métal dans le sang de divers animaux; de 100 grammes il a retiré, fer exprimé à l'état métallique :

Sang de	—	—	—	—	—	—	—
Homme	Bœuf	Porc	Oie	Dinde	Poulet	Canard	Grenouille
0,051	0,055	0,059	0,037	0,033	0,037	0,034	0,042

Le sang se coagule par la chaleur comme le blanc d'œuf, et cette coagulation est due au même principe, c'est-à-dire l'*albumine*. Des expériences de MM. Dumas et Cahours ont fait connaître la composition de l'albumine dans diverses substances, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Albumine	Carbone	Hydrogène	Azote	Oxygène avec phosp. et soufre
du Sang de bœuf..........	53,40	7,20	15,70	23,70
— d'homme.........	53,32	7,29	15,70	23,69
du Blanc d'œuf...........	53,37	7,00	15,75	33,76
du Jaune d'œuf ou Vitelline.	51,60	7,22	15,02	26,16
de la Farine..............	53,30	7,11	15,46	23,50
des Semences des Légumineuses ou Légumine.....	50,53	6,91	18,15	24,41
des Amandes ou Amandine .	50,90	6,72	18,93	23,41

L'*albumine* du sang et celle de l'œuf sont à peu près

identiques dans leur composition et leurs propriétés. Elles renferment toutes deux le même nombre d'équivalents d'azote et de carbone ; et les éléments de l'eau dans la même proportion. L'albumine du sang contient en plus une petite quantité de soufre et de phosphore.

Albumine du sang $10(C^{40}H^{31}O^{12}Az^{5}+Ph\ {}^{1}/_{2}\ S)$
— de l'œuf $[10(C^{40}H^{31}O^{12}Az^{5})+Ph\ {}^{1}/_{2}\ S^{2}]$

(Littré et Robin).

La chaleur et l'oxygène produisent dans l'économie vivante les métamorphoses de l'albumine, cette substance azotée qui est le point de départ de la série des tissus particuliers, est l'activité organique par son rôle si complexe de transformation. C'est à travers les pores de la coque de l'œuf fécondé que se manifeste l'action de la chaleur et de l'oxygène pour produire toutes les parties de l'organisme ; les plumes, les griffes, la fibre musculaire, les membranes, les cellules, les globules du sang, les vaisseaux sanguins et lymphatiques, les os, etc.

L'albumine du sang agit pour le fœtus, comme le fait l'albumine de l'œuf pour le poulet ; et pour l'animal adulte, cette substance continue son rôle de production et de réparation ; aussi n'existe-t-il point dans tout l'organisme une partie qui ne renferme de l'albumine. Ce corps se trouve en effet dans la composition du cerveau, dans celle des nerfs, du foie, des reins, de la rate, des glandes. Toutes les fonctions vitales sans exception dépendent de l'albumine du sang ; et ce principe est lié d'une manière intime à la conservation de la vie. Il est donc le liquide nourricier.

Tout corps nutritif doit contenir de l'albumine, et l'on ne peut donner le nom d'*alimentaire* à une subs-

tance qu'autant qu'elle renferme de l'albumine, ou des matières capables de se transformer en albumine.

La viande est la plus nourrissante de toutes les substances alimentaires. Elle contient essentiellement : la fibre musculaire, nommée *fibrine*, dans une proportion des sept dixièmes du poids de la viande sèche, et d'où la graisse a été enlevée. Les membranes diverses, les ramifications membraneuses des nerfs et des petits vaisseaux à liquides colorés et incolores, tout cela n'est qu'une substance identique dans sa composition et dont la forme a varié sous l'influence de la vie.

La fibrine de la chair et la fibrine du sang renferment les mêmes éléments dans les mêmes proportions, elles ont entre elles les mêmes rapports que l'albumine du sang, ou le blanc d'œuf et l'albumine coagulée par la chaleur. Le tableau suivant, dû à M. Girardin, nous fait connaître la composition de la fibrine dans diverses substances.

Fibrine	Carbone	Hydrogène	Azote	Oxygène phosphore et soufre
du Sang de bœuf..........	52,70	7,00	16,60	23,70
— d'homme.........	52,78	6,96	16,78	23,48
— de mouton........	52,80	7,00	16,50	23,70
de la Farine..............	52,23	7,01	16,41	23,35

La *fibrine de la chair* [$10(Az^{5}C^{40}H^{31}O^{12})Ph\ ^{1}/_{2}\ S$] est identique à l'*albumine du sang* solidifié, et dont la forme a varié de diverses manières. Les analyses chimiques faites en divers lieux par d'habiles manipulateurs sont toutes d'accord. Le sang et la chair sont une seule et même substance, c'est ce qui a fait appeler le sang de la *chair coulante*.

La digestion fait dissoudre la fibrine solide et semblable au blanc d'œuf cuit, que renferme la chair, et le liquide est bientôt converti en sang, c'est-à-dire que la fibrine digérée par le carnivore, a récupéré dans l'organisme vivant les propriétés de l'*albumine sanguine*, et c'est au moyen d'une réaction semblable à celle qui se produit dans l'estomac, dans la fluidification du bol alimentaire.

Une expérience souvent répétée a prouvé qu'en abandonnant au contact de l'air de la fibrine qu'on avait soin de couvrir d'eau, une quantité, au bout d'un certain temps, se trouvait décomposée et tout le reste devenait liquide et soluble dans l'eau.

Par l'action de la chaleur, cette solution se prend en un *coagulum* blanc, dont les propriétés sont identiques à celles de l'albumine.

II

Le lait, cet aliment par excellence, que la nature a formé dans le sein de la mère pour le développement du jeune animal, renferme essentiellement de la *caséine* 10 $(C^{40}H^{31}O^{12}Az^{5})+S$, qui comme l'*albumine* contient de l'azote et du soufre dans sa composition intime.

TABLEAU DE COMPARAISON DES TROIS CASÉINES

	Caséine du lait de vache	Caséine du sang	Caséine du gluten
Carbone	53,50	53,75	53,46
Hydrogène	7,05	7,09	7,15
Azote	15,77	15,87	16,04
Oxygène, Soufre, Phosphore	23,68	23,29	23,37
	100,00	100,00	100,00

Le jeune animal trouve dans la caséine, dans les premières époques de la vie, tous les principes du sang et de ses organes. Il semblerait que la caséine diffère par ses propriétés de l'albumine du sang, et de la fibrine de la chair, on peut en effet porter à l'ébullition la *caséine* sans qu'elle se coagule. C'est un alcali qui retient la caséine en dissolution ; mais les acides étendus séparent la caséine du lait.

C'est sur cette propriété qu'est basée la préparation du petit lait en pharmacie. L'acide acétique dilué coagule le lait à froid ; la caséine se trouve précipitée sous forme de gelée, ou de flocons assez épais. Si l'on fait bouillir, à l'eau, cette gelée, elle se redissoudra, en donnant au liquide un peu d'alcalinité. L'albumine cuite et la fibrine de la chair ne se comportent pas ainsi.

Mais que l'on soumette à l'analyse la caséine, elle présentera, avec toutefois un peu de divergence dans le phosphore et le soufre, les mêmes éléments, dans les mêmes proportions que la fibrine et l'albumine.

La nature a donc introduit dans la caséine du lait les parties essentielles du sang et de la chair du jeune animal, sous la forme la plus convenable au développement de ses organes.

Nous voyons jusqu'à présent, que les carnivores se nourrissent du sang et de la chair des herbivores et des granivores ; que ce sang et cette chair sont identiques à leur sang et à leur chair.

Le tableau suivant, dû à M. Girardin, donne un résumé exact de la composition de la chair de quelques animaux.

Composition de la chair des animaux	Bœuf	Veau	Cochon	Pigeon	Poulet	Carpe	Truite
Eau	77,5	79,7	78,2	76,0	77,3	80,1	80,5
Fibre charnue, vaisseaux et nerfs	17,5	15,0	16,8	17,5	16,5	12,0	11,1
Albumine et matière colorante rouge	2,2	3,2	2,4	4,5	3,0	5,2	4,4
Matières solubles dans l'eau non coagulables par l'ébullition	1,3	1,0	0,8	1,5	1,2	1,7	0,2
Matières solubles dans l'alcool	1,5	1,1	1,7	1,0	1,4	1,0	1,6
Phosphate de chaux avec matière animale	0,08	0,1	»	»	0,6	»	2,2

Les herbivores et les granivores ont dans leurs organes digestifs moins de simplicité que les carnivores. Leurs aliments exclusivement composés de végétaux, ont une forme et des caractères qui paraissent bien différents de ceux du lait et de la chair.

Ces animaux doivent convertir en sang et en chair des pâturages, du foin, des racines, des fruits et des graines.

Le tableau suivant donne la composition des plus usuelles.

	Amidon	Matières azotées	Dextrine et mat sucrées	Matières grasses	Cellulose ou tissu végétal	Matières minérales	Eau
Blé (en moyenne)	59,7	14,60	7,2	1,2	1,7	1,6	14,00
Seigle	57,5	9,00	10,0	2,0	5,0	1,9	16,60
Orge d'hiver	54,9	13,40	8,8	2,8	2,6	4.5	13,00
Avoine	53,6	11,90	7,9	5,5	4,1	3,0	14,00
Maïs	58,4	12,80	1,5	7,0	1,5	1,1	17,70
Riz (en moyenne)	77,548	6,435	0,427	0,427	0,500	0,680	14,410
Millet (id.)	» »	11,076	» »	2,935	» »	5,053	15,866
Sarrasin (id.)	» »	6,843	» »	1,545	» »	1,750	18,000

L'analyse chimique a démontré qu'il existait des

principes albuminoïdes en abondance dans les graines des céréales ; dans les pois, les lentilles, les haricots, les racines et le suc des légumes, et enfin plus ou moins dans toutes les plantes.

Ces principes sont au nombre de trois, dont les caractères extérieurs semblent différer.

	Matière azotée ou légumine	Amidon Dextrine Sucre	Matières grasses	Cellulose	Matières minérales	Eau
Fèves des marais décortiquées et desséchées vertes......	29,05	55,85	2,00	1,05	3,65	4,40
Haricots flageolets desséchés..	27,00	60,00	2,60	2,00	3,30	5,10
— blancs ordinaires...	25,50	55,70	2,80	2,90	3,20	9,90
Pois verts décortiqués et concassés..................	25,40	58,50	2,00	1,90	2,50	9,70
Lentilles..................	25,20	56,00	2,60	2,40	2,30	11,50
Fèves des marais ordinaires..	24,40	51,50	1,50	3,00	3,60	14,00
Pois jaunes poitevins à maturité..................	23,80	58,70	2,10	3,50	2,10	9,80
Féveroles..................	30,30	48,20	1,90	3,00	3,50	12,50
Vesces..................	27,30	48,90	2,70	3,50	3,00	14,60

Les graines de ce tableau dû à M. Girardin renferment de plus un extrait amer. On a signalé dans les lentilles du tannin et une huile verte visqueuse. Les enveloppes des fèves renferment aussi du tannin.

Si l'on abandonne à lui-même un suc végétal nouvellement exprimé, on reconnaît au bout de quelques minutes, un précipité gélatineux, en général de couleur verte, et si on lui enlève sa matière colorante, on a une substance blanchâtre.

Ce principe se rencontre aussi en abondance dans le grain de blé et dans toutes les céréales. Tout le monde connaît la manière d'isoler le gluten $10(Az^5C^{40}H^{31}O^{12}) + 5^2$ de la farine du blé. On sait que le gluten ainsi obtenu est insoluble dans l'eau.

Le tableau suivant emprunté aux expériences de Vauquelin fait connaître les quantités moyennes de gluten et d'amidon contenues dans diverses farines.

Farines	Quantités moyennes d'amidon et de gluten dans 100 parties		
	Amidon	Gluten humide	Gluten sec
De blé dur d'Odessa...........	56,50	35,11	14,55
De blé tendre d'Odessa.........	75,42	34,00	12,10
Brute de Froment non désigné..	71,49	29,00	11,00
Des hospices, 2e qualité.......	71,20	25,50	10,30
Des boulangers de Paris.......	72,80	26,40	10,20
De metrel....................	75,50	25,60	9,80
Des hospices, 3e qualité.......	67,78	21,10	9,02
De service, dite seconde.......	72,00	18,00	7,30

Un second principe qui se trouve aussi en dissolution dans le suc des végétaux, s'en sépare par l'ébullition : que l'on clarifie par exemple du suc de choux-fleurs, de navets, de raves, ou d'un légume quelconque, et qu'on le fasse bouillir, on aura un *coagulum* qui ne diffèrera en rien de celui obtenu par l'ébullition du *serum* du sang ; les propriétés, et tous les caractères en seront les mêmes.

C'est l'albumine végétale.

Un troisième principe qui a été appelé légumine par Braconnot $10(Az^{5}C^{40}H^{31}O^{12})+5^{2}$, est dans les cotylédons des légumineuses : les pois, les lentilles, les fèves, etc.

On réduit en farine les graines de ces légumineuses, et on en met dans une certaine quantité d'eau froide ; le principe ne tarde pas à s'y dissoudre ; mais la dissolution n'est pas coagulée par la chaleur. Il faut pour que la coagulation ait lieu, y ajouter des acides faibles, comme pour le lait des animaux. Ces trois principes qui contiennent de l'azote et du soufre renferment les au-

tres éléments dans les mêmes proportions, et présentent une composition identique à celle de l'albumine, c'est-à-dire au principe essentiel du sang.

L'herbivore, le granivore ingèrent dans leur organisme, des substances qui renferment les mêmes principes que le sang et la chair, absolument comme les carnivores. Les aliments végétaux n'ont rien qui les distingue des principes de la chair et du sang. Le pouvoir nutritif des végétaux sera d'autant plus considérable, qu'ils renfermeront en plus grande abondance, les principes analogues à l'albumine du sang. Les carnivores en mangeant de la chair et du sang des herbivores, ne consomment réellement que les substances végétales dont les herbivores se sont nourris.

L'estomac des herbivores donne aux principes végétaux la même forme, et les mêmes propriétés que la *fibrine* de la *chair* et *l'albumine* du *sang* possèdent dans l'estomac des carnivores.

III

Les plantes servent donc de réceptacle, d'emmagasinage des principes de l'alimentation de l'animal.

L'organisme se saisit de ces principes nutritifs, et leur donne la forme qui convient au sang et à la chair. C'est sous l'influence de la vie que cette transformation a lieu.

Dans la plante s'élabore la partie essentielle du sang des animaux, la substance alimentaire.

Elle-même donne naissance à la grande série des composés organiques, commençant par les substances mi-

nérales qui lui servent d'éléments, jusqu'aux composés les plus complexes de l'organisme animal.

Les trois principes végétaux, qui ne se distinguent en rien de ceux qui ont été trouvés dans les animaux, nommés respectivement *fibrine de la chair*, *albumine du* sang, *caséine du lait*, ont reçu les noms de *fibrine végétale, albumine végétale, caséine végétale.* Ces trois produits se trouvent réunis dans la farine du blé. Le gluten de la farine du seigle n'en renferme que deux : la caséine et l'albumine végétales. Le groupement des molécules de ces substances doit être le même, puisqu'elles donnent les mêmes produits par l'oxydation.

Traitées par la potasse concentrée, une partie du soufre de ces substances s'y fixe, il se forme du sulfure de potassium; et une goutte d'acétate de plomb produit une coloration noire de sulfure de plomb.

Les aliments plastiques produisent les tissus organiques. Les aliments non azotés, tels que l'eau et la graisse, sont des substances intermédiaires. La graisse sert à la formation des cellules; l'eau donne au sang et aux liquides animaux plus de fluidité, la blancheur des cartilages, la transparence de la cornée de l'œil, l'élasticité de la fibre musculaire, le soyeux des tendons et des ligaments. Les nerfs et le cerveau contiennent toujours de la graisse, il en est de même des poils, de la corne, des griffes et des os. L'eau et la graisse n'ont été qu'absorbées et emprisonnées sous forme de gouttelettes, et pouvant être extraites par la pression, ou par un dissolvant, sans altérer les formes des parties organisées dans lesquelles elles se trouvent.

Les végétaux puisent dans le sol, par la racine, au

moyen des spongioles qui en terminent les fibrilles, les aliments que leur développement exige. Ces substances alimentaires sont l'acide carbonique, l'ammoniaque, et les sels alcalins et terreux de potasse de soude, de chaux, de magnésie, etc., en dissolution dans l'eau. Nous savons que l'acide carbonique provient des eaux pluviales qui l'ont saisi dans l'atmosphère. Cet acide est fourni également par la décomposition lente de l'humus, dont le carbone se combine avec l'oxygène de l'air en dissolution dans l'eau.

Les pluies d'orage ont donné naissance à de l'azotate d'ammoniaque. L'azote de l'air et l'hydrogène de l'eau se combinent sous l'influence de l'électricité. L'azote et l'hydrogène à l'état naissant, réagissent dans la putréfaction des matières végétales et animales, et d'après M. Boussingault la formation de l'ammoniaque se trouve favorisée par la présence de la chaux, qui attaque les matières azotées et les rend solubles.

Les phosphates deviennent solubles dans l'eau contenant un sel ammoniacal, ou de l'acide carbonique comme dans l'eau de pluie. Les substances binaires qui entrent dans la plante pour y demeurer isolées, ou qui s'y combinent de manière à former des composés plus ou moins compliqués élaborés dans les tissus et les vaissaux. Les uns ternaires, tels que la *cellulose*, la *fécule*, la *dextrine* ($C^{12}H^{11}O^{11}$), ces corps isomères qui ne diffèrent que par un groupement particulier des molécules, et qui peuvent se changer les uns dans les autres. Le *sucre de canne* ($C^{24}H^{22}O^{22}$) ;

La glucose $C^{24}H^{24}O^{24}$ qui a deux molécules d'eau de plus que le sucre de canne ;

Les acides organiques tels que *l'acide acétique* $C^4H^4O^4$

dans la séve, l'acide *tartrique* ($C^8H^4O^{10},2HO$) dans les raisins, l'acide citrique ($C^{12}H^5O^{11},3HO$) dans le citron. L'acide tannique ($C^{54}H^{19}O^{31},3HO$) dans la noix de galle et l'écorce de chêne, composés de carbone et les éléments de l'eau avec un excès d'oxygène. Les huiles, les essences, les résines, composées de carbone et des éléments de l'eau avec un excès d'hydrogène.

L'azotate d'ammoniaque, ajoutée aux éléments de l'eau et de l'acide carbonique, fait naître les alcalis végétaux, qui, unis avec un acide organique, forment un sel. Tels sont la morphine ($C^{35}H^{20}O^6Az+2HO$) ; la codéine ($C^{35}H^{20}AzO^5$); la quinine ($C^{40}H^{24}Az^2O^4$), etc., qui peuvent donner aux végétaux des propriétés vénéneuses ou médicamenteuses.

Enfin les substances que les chimistes ont appelées *albuminoïdes*, dont le principe essentiel a été désigné par eux sous le nom de *protéine* ($C^{40}H^{31}Az^5O^{12}$), et qui contiennent du soufre et du phosphore, combinés avec du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote.

Ces substances organiques compliquées, dont nous avons déjà parlé, et qui sont l'albumine, la caséine et la fibrine; semblables dans la proportion de leurs éléments, et qui, avons-nous dit, constituent la partie essentiellement nutritive du végétal pour les animaux, dont le sang se trouve formé par ces substances, toujours unies à des produits minéraux, que renferment toutes les plantes sans exception, même celles qui paraîtraient n'en pas devoir contenir, d'après les circonstances dans lesquelles elles croissent et vivent, ainsi que l'ont démontré les observations de M. le professeur Baudrimont. Ces matières minérales contenues dans les végétaux, en dissolution dans le suc végétal, ou

fixées et unies avec la matière organique, sont notamment des sels de chaux qui, dans l'organisme animal sont destinés à former la partie solide des os.

Les travaux de M. le directeur Chatin ont même décélé la présence de l'iode dans tous les végétaux comme dans l'air.

Le fer qui, comme nous l'avons vu précédemment, fait partie du sang des animaux, se trouve aussi comme conséquence dans toutes les plantes.

Des expériences remarquables sur le rôle des substances minérales dans la végétation ont montré qu'on pouvait communiquer la chlorose à un végétal en le faisant naître dans un sol exempt de fer, chlorose qui disparaît par l'intervention de l'élément ferrugineux. On a même avancé cette assertion, que le fer existe en forte proportion dans la chlorophylle à l'état où il est dans l'hématosine. Par suite on a introduit en physiologie végétale, le mot chlorose emprunté à la pathologie, pour exprimer l'étiolement des feuilles.

Le fer existant dans les aliments, il restait, en se plaçant à un point de vue pratique, à en fixer la quantité, non-seulement dans les substances servant à la nourriture de l'homme, mais encore dans les fourrages, afin d'être à même d'en apprécier la proportion dans les rations alimentaires.

M. Boussingault s'est livré à ce travail, et en opérant sur 100 gr. de matière, il a obtenu les quantités de fer exprimé à l'état métallique indiquées par le tableau suivant.

Sang de bœuf.	0,0375	Haricots blancs.	0,0074
Sang de porc.	0,0634	Lentilles..	0,0083
Chair musculaire de bœuf. .	0,0048	Avoine.	0,0131
Chair musculaire de veau. .	0,0028	Pommes de terre.	0,0016
Chair de poisson (merlan). .	0,0015	Choux, intérieur, étiolé. . .	0,0009
Merlan poisson entier. . .	0,0082	Choux, feuilles vertes. . . .	0,0039
Lait de vache.	0,0018	Champignon de couches. .	0,0012
Œuf de poule sans la coque.	0,0057	Foin.	0,0078
Os de pied de mouton. . .	0,0209	Paille de froment.	0,0066
Urine d'homme (moyenne).	0,0004		
Urine de cheval.	0,0024	(Boissons dans un litre).	
Excréments de cheval humides.	0,0128	Vin rouge du Beaujolais. .	0,0109
		Bière.	0,0040
Pain blanc de froment. . .	0,0048	Eau de Seine, Bercy, filtrée.	0,00040
Maïs.	0,0036	Eau de la Dhuis.	0,00104
Riz.	0,0015	Eau de mer (Nice).	0,0070

Avec les données précédentes on peut établir la quantité de fer contenue dans les divers régimes alimentaires. On trouve ainsi dans la ration du marin français 0,0661 de fer; dans celle du soldat 0,0780.

Le cheval de cavalerie reçoit par jour, par les aliments, 1 gr. 0166 de fer.

Un bœuf du poids de 600 k., en reçoit par jour, par les fourrages qu'on lui donne ordinairement, une moyenne de 1 gr. 365.

C'est au fer que, généralement, on attribue la couleur du sang.

L'*hématosine*, matière colorante des globules, en contiendrait au nombre de ses éléments; mais la présence de ce métal n'expliquerait pas la coloration en rouge de l'hématosine, puisqu'il résulte des expériences de MM. Mulder et Von Goudwer, qu'elle peut en être dépouillée complétement, sans que la couleur soit modifiée. Ensuite, on est amené à n'accorder à la couleur du sang qu'une importance limitée, pour cette raison qu'elle manque entièrement dans le sang de presque tous les animaux invertébrés. « Si l'on ouvre le cœur d'un colimaçon ou d'une huître, dit M. Milne

Edwards (*Leçons de physiologie*), on y trouve un liquide dont le rôle physiologique est le même que celui du sang d'un animal vertébré; seulement, au lieu d'être rouge, il est incolore. C'est bien du sang au même titre que le fluide nourricier de l'homme ou du cheval, mais c'est du sang blanc au lieu d'être rouge. »

Or les observations microscopiques montrent que le sang incolore est à peu près constitué comme le sang coloré des vertébrés, et les recherhes de M. Boussingault qui, en opérant sur 140 grammes de colimaçons, a trouvé dans les cendres, 0,0050 de fer, soit 0,0036 pour 100 gr. Donc la chair de colimaçon injecté de sang blanc renferme à peu près autant de fer que la chair musculaire du bœuf ou du veau injectée de sang rouge.

Un rapprochement curieux entre les animaux et les végétaux, c'est que, si le sang blanc des invertébrés contient peut-être autant de fer que le sang rouge, les plantes exemptes de matière colorante verte, telles que les champignons, renferment du fer comme celles qui en sont pourvues.

De toutes les substances nutritives consommées par l'homme, le sang est certainement l'aliment le plus riche en fer, et on peut ajouter en fer assimilable, par la raison qu'il a été déjà assimilé.

Les alcalis minéraux, *potasse*, *soude*, *chaux*, *magnésie*, favorisent la décomposition de l'*humus* ou *cellulose*, brûlé lentement par l'oxygène de l'air, le changeant en acide carbonique, et formant des carbonates solubles. Ces alcalis décomposent aussi l'eau et l'acide carbonique, et il se forme des acides végétaux plus ou moins oxygénés, avec lesquels ils entrent en combinaison. Les alcalis minéraux sont le résultat de la dé-

sagrégation et de la décomposition des roches : *feld-path, mica, granit, gneiss, basalte*, qui ont pour éléments constitutifs la *silice, l'alumine*, la *potasse*, la *magnésie*, la *chaux*. L'eau pénètre dans les roches et quand elle se gèle, elle augmente de volume, et les désagrége. L'eau chargée d'acide carbonique dissout les silicates alumineux et alcalins.

Disons en passant que le plâtrage des terres, ou l'introduction du sulfate de chaux, favorise le développement des plantes fourragères de la famille des légumineuses, en rendant soluble la potasse, à l'état de sulfate, et que le chaulage des terres, ou l'introduction du carbonate de chaux qui aide à la formation de l'ammoniaque, est très-utile aux céréales.

Tous les sols ne sont pas également propres à la végétation, ou au développement des plantes. Ainsi la silice pure, ou le calcaire pur, sont absolument stériles. Les racines ne sauraient s'enfoncer dans un sol exclusivement argileux. Nous pouvons dire que le meilleur sol est le mélange de l'argile, du calcaire et de la silice, dans une proportion telle que l'air et l'eau puissent y pénétrer avec facilité.

Il n'est pas hors de propos de placer dans cette thèse, ce tableau qui a été souvent reproduit dans les cours et dans les livres, et qui est dû à M. Dumas :

LE VEGETAL	L'ANIMAL
—	—
Produit des matières azotées neutres.	Consomme des matières azotées neutres.
— des matières grasses.	— des matières grasses.
— des sucres, fécules, gommes.	— des sucres, fécules, gommes.
Décompose l'acide carbonique.	Produit de l'acide carbonique.
— l'eau.	— de l'eau.
— les sels ammoniacaux.	— des sels ammoniacaux.
Dégage de l'oxygène.	Consomme de l'oxygène.
Absorbe de la chaleur.	Produit de la chaleur.
Soutire de l'électricité.	Produit de l'électricité.
Emprunte ses éléments à l'air ou à la terre.	Rend ses éléments à l'air ou à la terre.
Transforme les matières minérales en matières organiques.	Transforme les matières organiques en matières minérales.
Est un appareil de réduction.	Est un appareil de combustion ou d'oxydation.
Est immobile.	Est locomoteur.

IV

L'aliment est dit complet lorsqu'il renferme les principes azotés et les principes non azotés.

Les principes azotés sont, comme nous l'avons vu, de même composition que les principes essentiels du sang, et on les a nommés *aliments plastiques*.

Les principes non azotés renferment:

1° Des matières grasses ;

2° Des principes amylacés ou sucrés ;

3° De l'eau ;

4° Des matières salines ou minérales où entrent : la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, des phosphates, du fer.

Ces divers aliments doivent contribuer à la formation des tissus et à la vitalité du sang.

Le lait est un aliment complet.

Le tableau suivant, donné par M. Doyère, donne la composition des différents laits sur 100 parties en poids.

Principes du lait de	Vache	Chèvre	Brebis	Anesse	Jument	Lama	Femme
Caséine.	3,00	3,50	4,00	0,60	0,78	3,00	0,34
Albumine ...	1,20	1,35	1,70	1,55	1,40	0,90	1,30
Beurre......	3,20	4,40	7,50	1,50	0,55	3,10	3,80
Lactose.....	4,30	3,10	4,30	6,30	5,50	5,60	7,00
Sels divers..	0,70	0,35	0,90	0,32	0,40	0,80	0,18
	......	......	......	......	......	......	......
Matières solides......	12,40	12,70	18,40	10,37	8,63	13,40	12,62
Eau........	87,60	87,30	81,60	89,63	91,37	86,60	87,38
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Eu égard à leur plus grande richesse, les laits peuvent être classés dans l'ordre suivant :

En matières solides	En Caséine	En Beurre	En Lactine
Lait de Brebis	Lait de Brebis	Lait de Brebis	Lait de Femme
— Lama	— Chèvre	— Chèvre	— Anesse
— Chèvre	— Vache	— Femme	— Lama
— Femme	— Lama	— Vache	— Jument
— Vache	— Jument	— Lama	— Vache
— Anesse	— Anesse	— Anesse	— Brebis
— Jument	— Femme	— Jument	— Chèvre

Les sels minéraux contenus dans le lait de femme et de vache ont été dosés. En opérant sur 1,000 gr. Soubeiran donne les quantités suivantes :

	Lait de Femme	Lait de Vache
Chorure de potassium	0,70	1,350
Phosphate de soude	0,40	0,225
— de chaux	2,50	1,805
— de magnésie	0,50	0,170
— de fer	0,01	0,032
Soude (libre)	0,30	0,115
	4,41	3,697

Les résultats de ces analyses peuvent être considérés comme des types dont les laits purs de bonne qualité doivent se rapprocher.

Voici un tableau indiquant les rapports qui existent entre les *principes plastiques* et les *principes respiratoires.*

Si on représente par 1 la quantité de principes plastiques, celle de principes respiratoires est représentée par :

3 dans le lait de vache.				
4	—	de femme.		
2,1 dans les lentilles.				
2,2	—	fèves.		
2,3	—	pois.		
2,7	—	la chair de mouton engraissé.		
3,0	—	de porc.		
1,7 dans la chair de bœuf.				
0,2	—	—	lièvre.	
0,1	—	—	veau.	
4,6	—	la farine de froment.		
5,0	—	—	d'avoine.	
5,7	—	—	de seigle.	
5,7	—	—	d'orge.	
8,6	—	les pommes de terre blanches.		
11,5	—	—	bleues.	
12,3	—	le riz.		
13	—	la farine de sarrasin.		

La chair qui est l'aliment du carnivore contient de la graisse. Le lait contient du beurre, qui est sa matière grasse, sa graisse.

On retire du petit lait par l'évaporation une matière

cristallisable nommée *sucre de lait* et *lactose* par M. Berthelot.

Indiquons ici en passant quelques-unes de ses propriétés.

Le sucre de lait ($C^{24}H^{24}O^{24}$) que la pharmacie tire du commerce est parfaitement blanc, quand il est soumis à une nouvelle cristallisation et passé au charbon animal. Il donne des prismes rhomboïdaux terminés par des sommets à quatre faces. Il contient du carbone et les éléments de l'eau, tels que si on remplaçait l'hydrogène par l'équivalent d'oxygène on aurait de l'acide carbonique ou : $\frac{C^{24}O^{48}}{24} = CO^2$

Le sucre de lait peut se dissoudre dans cinq à six parties d'eau, c'est lui qui est cause de la fermentation du lait, et cette fermentation fournit une véritable eau-de-vie, d'odeur très-désagréable, due à la présence de l'acide *butyrique*.

Quand le lait s'aigrit, le sucre de lait est alors converti en *acide lactique*. On connaît la propriété réductrice du sucre de lait; on sait combien est facile la réduction d'un sel d'argent par une solution de sucre de lait rendue alcaline au moyen de l'ammoniaque. On verse un sel d'argent dans cette solution, on chauffe légèrement, et on voit l'argent se déposer sur le verre sous forme de miroir brillant. Une solution de potasse, avec le sucre de lait mêlé avec de l'oxyde de cuivre, donne une belle couleur bleue qui devient rouge par la chaleur.

Les solutions alcalines du sucre de lait dissolvent certains oxydes métalliques et le sexquioxyde de fer.

La substance qui, dans la nutrition de l'herbivore, tient lieu de sucre de lait, est la fécule ou l'amidon; elle est contenue en très-forte proportion dans la farine des céréales, des pois, des haricots, des lentilles, des pommes de terre, etc.

Tout le monde connaît l'amidon et sait l'extraire des graines des céréales et des légumineuses; ainsi que la fécule des pommes de terre, des pommes, des poires non mûres, des châtaignes, des glands, des radis, etc.

Ces diverses fécules ou amidon ont la même composition et donnent les mêmes réactions, donnent avec l'eau chaude, un empois gélatineux et colorent en bleu une solution d'iode.

Les faits suivants ne sont pas moins connus : l'acide sulfurique dilué convertit l'amidon en *sucre de raisin.* L'empois d'amidon redevient fluide à chaud, dans un extrait d'orge germée, il se produit d'abord de la dextrine semblable à la gomme, et qui finit par se transformer en *sucre de raisin.*

La salive, composée d'après M. A. Riche, d'eau, environ 993 parties sur 1000, et de divers sels, tels que du chlorure de sodium, du tartrate de soude, des phosphates, d'une petite quantité de soude libre qui la rend alcaline, d'un principe particulier très-remarquable qui a été désigné sous le nom de *ptyaline* ou *diastase animale*, et enfin du sulfocyanure de potassium, jouit de la même propriété, pendant la mastication des aliments amylacés. Tout l'amidon se transforme dans l'estomac en une substance semblable au sucre de lait.

Nous avons bien distingué les deux principes de l'aliment. Pour bien nous rendre compte du rôle de chacun d'eux dans l'entretien de la vie, il faut comparer

ces principes eux-mêmes aux effets produits dans l'économie. Il est évident que, tant que le corps d'un animal n'est pas complétement développé, les aliments qu'il ingère doivent servir à leur accroissement. Mais lorsque le développement est complet, la nourriture quotidienne sert à produire une série d'effets indépendamment du renouvellement du sang, des tissus et des organes. Une force mécanique est produite; c'est elle qui assure le mouvement du sang, des divers liquides de l'organisme, et tout ce qui contribue au mécanisme de la vie.

L'animal qui travaille dépense une partie de son sang, et il y a diminution de la substance de ses organes.

Un animal doit trouver dans l'aliment qu'il absorbe, un surcroît de force capable de lui faire vaincre certaines résistances; et pour parler le langage de la mécanique, de lui faire produire un certain travail sans que sa santé en soit altérée. Tout le monde sait que l'animal qui travaille exige plus de substance nutritive que celui qui demeure en repos.

L'aliment rétablit l'équilibre, rend aux organes la portion de la substance perdue. Le travail peut se mesurer par la quantité plastique de l'aliment. La nature de l'aliment est plus ou moins convenable pour rétablir cet équilibre, cela dépend des principes plastiques qu'il renferme.

Il est clair d'après un des tableaux qui précèdent que le pain de farine de blé pour l'homme, est supérieur au pain de farine de seigle. Les propriétés vitales appartiennent exclusivement aux parties de l'organisme qui ont une forme déterminée; celles qui n'en ont pas ne

jouissent pas de la faculté active. Ainsi un rôle passif est réservé à l'eau.

Toutes les fonctions et tous les mouvements dépendent du nombre et de la masse des organes. Le travail mécanique dépend de la masse de la substance des muscles et des nerfs. C'est l'albumine du sang qui entretient ou qui augmente cette masse. Et l'albumine du sang elle-même provient de la quantité d'*aliments plastiques* ingérés, soit au moyen de la nourriture animale, soit par celui de la nourriture végétale.

V

L'aliment plastique est la source de toute force, de toute activité, nous avons vu qu'il provenait des végétaux. C'est donc le végétal qui est le producteur, le collecteur de la force.

Le tableau suivant dû à M. Malagutti donne les équivalents pour les herbivores rapportés au foin.

Quelques aliments des Herbivores.	Equivalents du principe minéral	du principe respiratoire — Gras	du principe respiratoire — Sucré	de l'azote du principe plastique
Foin des prairies	100	100	100	100
Trèfle rouge en fleurs	160	118	113	67
Paille de froment	148	172	123	383
Betterave blanche de Silésie	1176	3800	379	462
Avoine	181	69	72	61
Tourteau de lin	85	63	133	22
Pulpe résidu de Betterave	380	3800	380	303

Pendant une partie de la vie, l'animal entre dans l'état végétal. C'est le temps du sommeil et du repos, où

les fonctions vitales sont employées à réparer, à rétablir les parties organisées qui ont été consommées.

Quand l'animal dépense plus que l'aliment ne remplace, il maigrit et s'affaiblit. Quand, au contraire, il reçoit de l'aliment en abondance, il peut, sans diminuer de poids, exécuter un travail plus considérable. Et si dans l'état de repos, on le nourrit comme s'il travaillait, on augmentera sa masse, et par suite son poids. Voici un tableau comparatif, donné par M. Malagutti :

Quelques aliments des herbivores.	Richesse en azote.	Equivalents.
Foin ordinaire	1,15	100
Feuilles de maïs	2,80	41
— de pommes de terre	1,83	62
— de betterave	3,73	31
— de carotte	2,31	49
— de rutabaga	1,51	76
— de peuplier du Canada	2,15	53
— d'orme	1,62	70
— de vigne	3,04	37
— de sorgho	1,55	74
— de tilleul	2,35	49

Le type de l'aliment est celui que la nature a elle-même préparé pour le développement du corps humain ; c'est le lait de femme. L'homme qui travaille doit au moins ingérer quatre parties de matières non azotées, ou respiratoires, pour une partie azotée ou plastique.

Le travailleur doit ajouter de la viande à son pain. Si un enfant est privé du lait de sa mère, et est nourri avec du lait de vache, il faut, pour qu'il produise le même effet que le lait de femme, sucrer le lait de vache, ou

ajouter du lait de vache à la bouillie de gruau, on se rapproche ainsi de l'équivalent de l'aliment type.

Quand l'alimentation est incomplète ou anormale, l'homme, outre qu'il est moins apte au travail, est plus sujet aux maladies, résiste moins à leur action, et est à peu près hors d'état de supporter la moindre opération chirurgicale; on a pu fréquemment le remarquer pendant la dernière guerre, et notamment durant le siége de Paris. D'après les calculs de M. le professeur G. Sée, la quantité de principes albumineux qu'absorbait chaque jour pendant cette triste période, tout homme valide soumis au rationnement était de 111 grammes. Chiffre qui, dans bien des cas, est dépassé par le poids des pertes albumineuses que nous subissons en un jour. Les exigences de la situation ont encore fait restreindre la ration journalière. De là cette diminution des forces physiques, et même de l'énergie morale qui leur est si intimement liée, dont les conséquences sont connues de tous.

On cite les belles expériences de M. Boussingault qui démontrent que les animaux mis à l'engrais donnent une augmentation de poids proportionnelle à la quantité d'*aliments plastiques* consommés; qu'il en est de même de la production du lait, et que les meilleurs résultats obtenus étaient lorsque la ration d'engrais présentait un rapport entre les parties plastiques et les parties respiratoires égal à celui qui existe dans les graines des céréales, ou s'en rapprochait le plus.

Pour mettre les bestiaux à l'engrais, on a imaginé de les nourrir avec le résidu de la distillation des pommes de terre. Voici comment on procède : on fait cuire les pommes de terre, on les réduit en bouillie liquide, et

on les met en contact avec de l'orge germé. La fécule se convertit ainsi en sucre, on fait fermenter le moût avec de la levûre de bière, et on distille. Ce sont les résidus de cette distillation qui sont employés à l'engraissement des bestiaux. Ces résidus en effet contiennent la partie plastique de la pomme de terre, qui a été isolée, puisque les matières grasses et l'eau ont été éliminées par la distillation.

Tous les faits que nous avons cités et toutes nos déductions établissent que ce sont les parties plastiques de l'aliment qui s'identifient avec l'organisme ; que ce sont elles qui lui donnent la vie et l'activité.

VI

Les parties respiratoires des aliments, et l'acte même de la respiration font dégager du corps humain une quantité de chaleur capable, dans un jour, d'élever la température de 30 à 35 kilogrammes d'eau de 0° à 100°. La chaleur animale serait due à la combinaison de l'oxygène introduit par chaque aspiration, avec la partie combustible des aliments et des organes. Cette quantité de chaleur serait en rapport avec la quantité d'oxygène absorbé.

Les substances respiratoires contiennent à poids égaux de fort inégales quantités d'éléments combustibles.

Un kilogramme de graisse est équivalent
à 2 kilogrammes 2/5 d'amidon
à 2 k. 1/2 de sucre de canne
à 7 k. 7/10e de fibre musculaire.

Ajoutons que l'acte de la respiration ne fait pas absorber une quantité d'oxygène constante, indépendante de la pression extérieure. Les habitants des plateaux élevés de plus de 4,000 mètres au-dessus du niveau de la mer, introduisent dans les poumons par chaque aspiration, environ les 2/3 de l'oxygène ingéré par les habitants du bord de la mer. Et il est évident que l'oxygène absorbé par le sang ne saurait être dans le même rapport. La quantité d'oxygène absorbée par le sang doit être constante à toutes les altitudes, pour que les fonctions vitales puissent s'exercer normalement.

La partie plastique de l'aliment n'a qu'une bien faible propriété de brûler et de dégager de la chaleur. Une multitude de faits, des expériences de M. Boussingault, indiquent que chez un grand nombre d'animaux les éléments combustibles des substances azotées n'ont pas de part sensible à la production de la chaleur animale.

L'azote a en effet une bien faible affinité pour l'oxygène. Et ce qu'il y a de remarquable : c'est que, quand il est combiné avec des éléments combustibles, ceux-ci perdent plus ou moins complétement la faculté de brûler, ou de se combiner avec l'oxygène.

On sait que le phosphore s'enflamme à une basse température, et que le phosphure d'azote, pour brûler dans l'oxygène pur, exige la température rouge.

Qui ne connaît la grande inflammabilité de l'hydrogène?

Eh bien, l'ammoniaque qui contient trois équivalents d'hydrogène pour un d'azote (AzH^3), ne saurait être enflammé par les corps incandescents, et continuer de brûler dans l'oxygène pur. Les combinaisons azotées,

en général, ne sont que faiblement combustibles ; il n'y a guère parmi les combinaisons de l'azote que le cyanogène $Cy = C^2Az$, et l'acide cyanhydrique HCy, qui soient réellement inflammables.

Ainsi les principes azotés ou plastiques de l'aliment, n'entretenant pas la combustion, ne peuvent contribuer à la production de la chaleur animale.

Les parties non azotées de l'aliment, l'amidon, le sucre, la graisse, sont les seules destinées par leurs combinaisons avec l'oxygène de l'air à l'entretien de la respiration, et par suite au maintien de la chaleur du corps.

Il doit y avoir une proportion convenable de matières plastiques et de matières respiratoires. L'organisme en exige des quantités qui dépendent de la force qui se dépense et de la chaleur qui se perd.

La proportion des matières respiratoires est moindre en été qu'en hiver, moindre dans le Midi que dans le Nord.

Si, dans les diverses saisons et dans un même lieu, il s'en consomme le même poids, c'est que les aliments respiratoires sont plus oxygénés en hiver qu'en été ; et si les climats sont différents, ils ont des éléments plus combustibles, et d'autant plus combustibles que l'on se rapproche du Nord.

Avant l'incubation, un œuf de poule renferme 1 partie d'albumine, et 1,5 de matière grasse.

Celle-ci disparaît presque complétement pendant l'incubation, l'oxygène de l'air pénétrant par les pores de la coque a brûlé la matière grasse, et la chaleur produite par cette combustion s'ajoute à celle de l'incubation, et les effets s'en trouvent augmentés.

Il se forme de l'eau qui remplace celle qui se vaporise, comme aussi de l'acide carbonique.

L'action de l'oxygène est tempérée par la présence de la matière grasse, et la formation des tissus s'en trouve favorisée.

Voici d'après M. Gobley la composition de l'œuf de poule :

BLANC D'ŒUF		JAUNE D'ŒUF	
Eau.	86,34	Eau.	51,486
		Substance azotée (vitelline).	15,760
Principe azoté (albumine).	12,50	Matières grasses, margarine, oléine, acides oléique et margarique, cholesterine.	28,968
Membranes avec corpuscules organiques, traces de matière sucrée (glucose et lactine) et de margarine, carbonate, oléate et margarate de soude.	00,50	Autres matières azotées, matière colorante rouge et jaune.	1,253
		Acide phosphorique uni à la glycérine.	1,200
Sels minéraux, notamment chlorure de sodium avec traces de phosphate de chaux.	00,66	Sels minéraux, phosphate de chaux et de magnésie, chlorure de sodium et de potassium, sel ammoniac, sulfate de potasse.	1,333
		Acide lactique et fer (traces).	
	100,00		100,000

Le rapport de la quantité de substance respiratoire à celle de substance plastique dans l'œuf, est un minimum relativement au rapport nécessaire aux animaux.

Lorsque l'aliment respiratoire est dans une proportion plus grande que celle nécessaire à la combustion due à l'oxygène introduit dans l'organisme, par la respiration, il se dépose de la graisse dans les cellules de la chair. Lorsque les principes alimentaires ne sont pas suffisants, l'animal, dit M. Persoz, devient riche en graisse, puis, plus tard, le sang lui-même se charge de cette substance respiratoire, et la mort en est la suite.

Si au contraire l'animal consomme une plus grande quantité de matière plastique que celle nécessaire, il y a augmentation de chair.

Il est clair que si l'on donne une faible proportion de matière respiratoire relativement à la matière plastique, à un animal gras, et qu'on le soumette à un exercice de locomotion d'une assez longue durée, l'oxygène ingéré par la respiration, n'ayant pas une quantité suffisante de matière respiratoire à brûler, prendra la graisse accumulée dans les cellules de la chair, et finira par la consumer.

Les personnes qui ont fait peu d'exercice, et qui sont affligées d'une gênante obésité, doivent trouver dans ces idées de quoi remédier à cette désagréable maladie.

Dans les animaux mis à l'engrais, la graisse signale un manque d'harmonie entre les fonctions de nutrition et de respiration. C'est plutôt un état morbide qui a été provoqué.

Un grand exercice empêche la graisse de se former. La chair des animaux sauvages est exempte de graisse.

Nous avons dit que le sucre de lait, ou de raisin, pouvait se convertir en graisse. Réciproquement la graisse brûlée par l'oxygène se transformera dans les éléments de sucre, c'est-à-dire en eau et en acide carbonique ; d'où

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 4CO^{2} + 2C^{4}H^{6}O^{2} =$$
$$C^{4}H^{6}O^{2} + 12O = 4CO^{2} + 6HO$$

L'oxygène ingéré transforme en acide carbonique et en eau les matières respiratoires, et la graisse qui se

trouve dans les cellules, au lieu de s'accumuler, se consommera.

En effet, ainsi que le dit Lavoisier (*Mémoires de Chimie*) « la respiration n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie qui brûle, et que sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument.

Dans la respiration comme dans la combustion, c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'oxygène et le calorique; mais comme dans la respiration, c'est la substance même de l'animal, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait comme une lampe qui s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture.

Les preuves de cette identité d'effets entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène ; il renferme non-seulement du gaz acide carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, comme l'air vital ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène, comme cette double décomposition ne peut s'opérer sans que l'air vital ne perde une partie de son calorique spécifique, il en résulte que l'effet de la respiration est d'extraire du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et d'y déposer à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation,

se distribue avec le sang dans toutes les parties de l'économie animale, et entretient cette température à peu près constante que l'on observe dans tous les animaux qui respirent.

On dirait que cette analogie qui existe entre la respiration et la combustion n'avait point échappé aux poètes ou plutôt aux philosophes de l'antiquité, dont ils étaient les interprètes et les organes. Ce feu dérobé du ciel, ce flambeau de Prométhée, ne présente pas seulement une idée ingénieuse et poétique, c'est la peinture fidèle des opérations de la nature.

On peut donc dire, avec les anciens, que le flambeau de la vie s'allume au moment où l'enfant respire pour la première fois, et qu'il ne s'éteint qu'à la mort.

En considérant des rapports si heureux, on serait quelquefois tenté de croire qu'en effet les anciens avaient pénétré plus avant que nous ne le pensons dans le sanctuaire des connaissances, et que la Fable, comme quelques auteurs l'ont pensé, n'est qu'une allégorie sous laquelle ils cachaient les vérités des sciences chimiques et naturelles. »

VII

Les principes inorganiques que les plantes trouvent dans le sol, que l'on retrouve dans les cendres, ainsi que dans le sang et la chair des animaux qu'on a aussi incinérés, ont un rôle essentiel dans l'alimentation.

Cela est si vrai que si l'on ingère dans l'économie, soit du caseum, de la fibre musculaire, de l'albumine

des œufs, ou celle du sang, ces substances isolées, ou mêlées entre elles de toute façon, ne sont pas propres à l'alimentation.

Il est impossible aussi d'entretenir la respiration, avec les matières grasses, avec l'amidon, le sucre, seuls ou mélangés. Il faut en outre les sels du sang qui sont les mêmes que ceux des plantes, leurs parties incombustibles, dont le concours est indispensable à l'assimilation des aliments.

Les aliments ne sauraient être nutritifs, sans être accompagnés de ces corps médiateurs.

Si l'on considère les matières végétales mangées par les herbivores : les navets, les pommes de terre, etc., on reconnaît que ces plantes renferment les mêmes corps qui se trouvent dans les cendres du sang.

On a analysé le sang de plusieurs herbivores, et les résultats de ces analyses ont toujours été concluants.

On a reconnu la même composition et les mêmes éléments incombustibles que dans les plantes qu'ils mangent. Les cendres du sang de granivores sont identiques aux cendres des graines dont ils se nourrissent. Les cendres du sang de l'homme et de celui de tous les omnivores ont les mêmes éléments que les cendres du pain, de la viande et des légumes, qui servent à l'alimentation de ces êtres.

Un alcali libre rend le sang des animaux d'une nature alcaline,

On est sûr de trouver de l'acide carbonique, de l'acide phosphorique et des alcalis, dans les aliments qui, seuls, peuvent entretenir la vie, et ils sont dans une proportion telle que l'alcali domine toujours, dans la dissolution ; c'est-à-dire que le sang est alcalin. Une

réaction acide ne peut pas exister dans le sang. L'alcalinité est cause de l'extrême fluidité de ses parties dans les vaisseaux extrêmement déliés, dont les parois sont imperméables à l'alcali, plus il y a de l'alcali dans le sang, et moins est possible la coagulation de l'albumine. L'alcali est cause de la dissolution des oxydes, notamment de l'oxyde de fer.

L'acide phosphorique se trouve en combinaison chimique dans toutes les parties de l'organisme, aussi les cendres ne manquent-elles pas de fournir chez tous les animaux les phosphates alcalins : ceux de chaux, et ceux de magnésie, et la matière des os contient plus de la moitié de phosphate terreux.

On est porté à croire que c'est à la présence de l'acide phosphorique que la substance des membranes doit son insolubilité dans les liquides alcalins.

Si l'on verse doucement dans du lait de l'acide sulfurique dilué jusqu'à ce que le papier tournesol rouge ne devienne plus bleu, et qu'on fasse bouillir, il y a coagulation, et le caseum est insoluble dans les alcalis, tout comme le caseum qui a été précipité par la présure.

On sait que la gélatine s'obtient en soumettant à une longue ébullition dans l'eau des os, et de la peau d'animaux, et en laissant refroidir. Mais si on ajoute de l'alcali, en continuant l'ébullition, il n'y aura plus de gélatinisation, et du phosphate de chaux sera précipité.

Si on fait bouillir de la fibrine prise en gelée, dans une solution d'acide chlorhydrique, la dissolution se fait, et l'on y reconnaît la présence de l'acide phosphorique au moyen des réactifs.

Aussitôt que le phosphate de chaux est séparé de la

fibrine, celle-ci devient soluble dans l'eau froide comme la gélatine.

Le blanc de l'œuf renferme un excès de base alcaline, tandis que le jaune renferme de l'acide phosphorique à l'état libre.

Les proportions d'alcali et d'acide phosphorique varient dans le sang des carnivores, des herbivores et des granivores, ainsi que les cendres de ces animaux ont permis de le constater. Si bien qu'avec les cendres du sang d'un carnivore et celles du sang d'un herbivore, on peut les distinguer l'un de l'autre par la proportion d'acide phosphorique, qui se trouve plus grande pour le carnivore que pour l'herbivore.

Cet excédant d'acide phosphorique doit se trouver sans aucune influence dans les fonctions d'assimilation, parce que l'excès d'alcali neutralise toujours cet acide.

Aucune distinction ne peut se faire au moyen des cendres de la chair des diverses espèces d'animaux ; mais une distinction importante entre les herbivores et les carnivores, c'est que, dans le sang des premiers, une partie de l'alcali se combine avec l'acide carbonique et que, dans celui des seconds, c'est avec l'acide phosphorique que cette combinaison a lieu ; et les analyses démontrent que la proportion de l'acide carbonique augmente, lorsque celle de l'acide phosphorique diminue.

Certaines fonctions s'exerceraient donc chez ces animaux, soit avec des carbonates, soit avec des phosphates alcalins, et ces corps si distincts par leur nature, auraient la même propriété chimique, la même réaction.

Il y a, avons-nous dit, dans le sang, les parties com-

bustibles qui sont les conducteurs des diverses activités et la source de la chaleur animale ; et parmi les parties incombustibles qui sont intermédiaires, l'acide phosphorique est le seul acide minéral qui détermine les fonctions plastiques, la formation du sang et les autres fonctions ont lieu par suite d'un excès d'alcali.

VIII

On sait que l'état normal de l'économie humaine, pas plus que celui des omnivores, n'est pas altéré sensiblement par l'emploi du régime animal, ou par celui du régime végétal, et cependant les principes incombustibles du sang se trouvent changés.

Le sang contiendra ou des phosphates, ou des carbonates dont nous avons dit les propriétés chimiques absolument semblables. Ainsi les changements de régime qui sont sans influence sur la formation du sang et sur les fonctions en général, modifient cependant les fonctions de sécrétion et les deux appareils d'évacuation.

Les reins, et le canal intestinal, fournissent à l'urine et aux fèces, dans le cas de l'invariabilité du poids, toutes les substances minérales sans exception, que l'alimentation avait introduites dans l'organisme. Mais, si le poids de l'animal augmente, c'est aux dépens d'une certaine quantité de phosphate de chaux retenue par les organes, si ce sont les os qui ont augmenté ; ou d'autres substances minérales, si ce sont d'autres tissus.

Il est certain que la proportion des principes miné-

raux est extrêmement variable, suivant la substance alimentaire considérée : la viande, les graisses, les herbes.

On distingue dans les substances minérales celles qui sont solubles et celles qui ne le sont pas. La potasse et la soude sont toujours solubles dans l'eau, qu'elles soient seules ou combinées avec les acides minéraux.

La chaux et la magnésie, combinées à l'état de sels neutres, de carbonates ou phosphates, sont insolubles dans l'eau. Mais si l'eau renferme de l'acide carbonique libre, les terres carbonatées seront dissoutes, de même que les terres phosphatées, qui le seraient aussi, si l'eau renfermait un autre acide à l'état libre.

Lorsque l'on a les cendres des aliments des animaux ou celles de leur sang, si on les met en contact avec de l'eau, la partie soluble se dissoudra et la partie insoluble restera sur le filtre, cette dernière sera généralement de la chaux, de la magnésie et de l'oxyde de fer, combinés avec l'acide phosphorique ou l'acide carbonique et la silice.

L'acte digestif rend solubles les parties combustibles et incombustibles des aliments qui peuvent l'être, soit dans l'eau, soit dans les liquides alcalins ou acides, et répand ces solutions dans la circulation.

L'oxygène de l'air inspiré brûle tout ce qui est combustible dans l'aliment ; fait ainsi de l'eau et de l'acide carbonique, transforme les parties plastiques et en convertit les divers éléments de manière à former les composés azotés de l'économie, tels que :

L'acide urique $C^{10}H^{2}Az^{4}O^{4},2HO$
L'acide hippurique $C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$
(de l'urine des herbivores)
L'urée $C^{2}H^{4}Az^{2}O^{2}$.

Abandonnée à elle-même, l'urée s'assimile les éléments de quatre équivalents d'eau et est transformée par un ferment spécial, en carbonate d'ammoniaque $C^2A^4Az^2O^2 + 4HO = 2\,(AzH^3, HO, CO^2)$.

Grâce à cette transformation, l'azote que l'urine enlève aux corps des animaux passe dans l'atmosphère sous forme de carbonate d'ammoniaque que les pluies ramènent à la surface du sol, où il sert à la nutrition des végétaux et par suite des animaux.

Les parties solubles des aliments qui n'ont pas trouvé à être employées dans l'économie, et les produits solubles de la respiration des tissus sont dans l'urine, et les parties insolubles dans les fèces.

Voici un tableau qui donne la composition de l'urine suivant le régime auquel l'animal a été soumis.

COMPOSITION DE L'URINE

RÉGIME VÉGÉTAL	RÉGIME ANIMAL
Acide carbonique libre.	Acide phosphorique libre.
Carbonate { de chaux. / de magnésie.	Phosphates { de chaux. / de magnésie.
Carbonates, Hippurates, Sulfates } à base d'alcali.	Phosphates, Sulfates, Urates, Hippurates } à base d'alcali.
Réaction acide passagère.	Réaction acide persistante.
Réaction alcaline persistante.	

IX

L'incinération du sang et de l'urine d'un individu bien portant, donne, après la lévigation, les mêmes sels, de sorte que l'on peut déduire de la composition

de l'urine celle du sang. On a fait à cet égard des comparaisons dans différentes maladies à l'effet de déterminer les altérations du sang, et de pouvoir apprécier leur influence sur les principales fonctions. Nous avons dit que l'alcalinité du sang était une condition de la combustion, et de la transmutation des tissus. M. Chevreul a souvent répété que le contact d'un alcali libre, avec les substances organiques, qui seules à la température ordinaire, ou à celle de l'animal, n'ont pas la propriété de se combiner avec l'oxygène, leur donnait cette propriété : que les matières colorantes les plus solides, de même que les matières colorantes du sang, se dissolvent dans la potasse caustique, et peuvent s'y conserver ainsi très-longtemps, mais que si l'on y fait arriver de l'air avec de l'oxygène il y a destruction de ces matières.

La présence d'un alcali libre fait oxyder l'alcool, fait enlever l'oxygène aux oxydes métalliques, par le sucre de raisin et le sucre de lait.

On sait depuis longtemps que si l'on mange des fruits savoureux, ils rendent l'urine alcaline. Ces fruits, en effet, contiennent des alcalis combinés avec des acides végétaux.

Ces sels pris isolément se retrouvent dans l'urine à l'état de carbonates.

Si les acides de ces sels étaient introduits seuls dans l'économie, sans les alcalis, ils reparaîtraient intégralement dans l'urine ; ainsi la présence de l'acide gallique se manifesterait dans l'urine au moyen des sels de fer.

L'acidité persistante de l'urine dans les carnivores, provient de l'acide phosphorique du sang ; tandis que l'alcalinité de l'urine des herbivores se rattache à l'alcalinité du sang et à la décomposition de l'acide urique.

La sécrétion des acides peut être arrêtée par un trouble survenu dans les fonctions rénales, l'acide phosphorique des organes peut être mis en liberté pour être mêlé au sang.

Beaucoup de maladies peuvent être guéries par un changement de régime, par l'usage d'eaux minérales, du petit lait, etc.

Les modifications produites par le changement de régime, ne portent essentiellement que sur les parties incombustibles du sang.

Les parties organiques ou combustibles n'en sont pas altérées. Le carbonate alcalin remplace le phosphate alcalin.

Les phosphates absorbés dans l'alimentation des herbivores, se retrouvent dans les fèces de ces animaux, l'acide phosphorique passe du sang dans le canal intestinal.

Voici un tableau relatif à des animaux herbivores :

FÈCES

	CHEVAL	VACHE
Potasse	19,33	17,15
Soude	0,61	6,30
Chaux	5,22	7,41
Magnésie	2,03	4,50
Oxyde de fer	2,03	3,34
Acide sulfurique	3,92	3,23
Silice	49,96	41,00
Acide phosphorique	16,90	17,07
	100,00	100,00

X

Le sel marin entre dans le sang pour plus de la moitié des autres principes minéraux réunis.

Quelle que soit l'espèce d'aliment employée, la teneur du sang en sel marin est la même. Cette quantité vient tout entière des aliments ; et cependant, si l'on compare les cendres des végétaux qui servent à l'alimentation du cheval et de la vache, avec les cendres de leur sang, on trouve dans les cendres du sang dix fois plus de sel marin que dans celles du fourrage. Les cendres de l'urine, où la proportion est la même que celle des aliments, renferment moins de sel marin que celles du sang.

Il semble qu'il existe dans les vaisseaux sanguins une action qui rend constante la quantité de sel marin contenue dans le sang.

Les graines dans les aliments végétaux renferment la quantité la plus petite de sel marin, et les légumes, la quantité la plus grande.

Le sel marin n'entre pas dans les tissus organiques, car aucun d'eux ne contient du chlore en combinaison. Ce sont seulement les liquides de l'économie qui en renferment.

La liqueur dont le système musculaire est imprégné contient du chlore combiné avec le sodium. Ce chlore

provient du sel marin; la soude qui se trouve dans la bile a la même origine.

Le carbonate de soude est dans une proportion double et même triple de celle du carbonate de potasse dans le sang des herbivores.

Le sel marin accompagne toujours le phosphate de potasse dans le sang de l'homme et des granivores.

Le suc gastrique doit son activité à l'acide chlorhydrique provenant du sel marin. Le gluten et la fibrine se dissolvent rapidement dans l'eau aiguisée d'un millième d'acide chlorhydrique, mais une solution de 3 à 4 centièmes de sel marin, ou d'acide chlorhydrique concentré précipite la fibrine et le gluten dissous.

On trouve dans l'urine le sel marin en combinaison avec l'urée.

La sécrétion du sucre, par les reins, est probablement favorisée par la présence du sel marin.

Le sel marin ajouté au fourrage des animaux mis à l'engrais, sert à neutraliser les conditions défavorables à la production de la chair, et qui résultent de l'état antinaturel auquel se trouvent soumis ces animaux; mais la chair en devient plus savoureuse, plus nourrissante et plus facile à digérer.

A l'époque de l'allaitement, le sel que reçoit la mère rend le nourrisson plus robuste, le lait plus abondant. La laine des moutons devient plus fine par l'usage du sel marin dans l'alimentation de ces animaux.

Si l'on ingère de l'eau qui contient moins de sel que le sang, elle est bientôt absorbée. Si la quantité de sel contenue dans l'eau est dans la même proportion que celle du sang, c'est-à-dire environ un pour cent, l'équilibre s'établit. Et enfin, si la proportion du sel ma-

rin, dans cette eau, est plus grande que celle du sang, il y a évacuation par le canal intestinal, c'est-à-dire purgation.

Vu:
A. MILNE EDWARDS.

Vu :
Bon à imprimer,
Le Directeur,
A. CHATIN.

Vu et permis d'imprimer,
LE VICE-RECTEUR *de l'Académie de Paris,*
A. MOURIER.



Paris-Vaugirard. — Typ. de N. Blanpain, 7, rue Jeanne.